

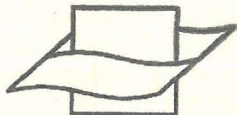
De Geologie van het Kwartair,

door ARMAND L. HACQUAERT, Dr. Sc.

GENT

Uitgevers- en Boekdrukkershuis v/h Ad. Hoste, N. V.
Galgenberg, 21-23

1931



Vlaams Instituut voor de Zee
Flanders Marine Institute

26906

De Geologie van het Kwartair,

door ARMAND L. HACQUAERT, Dr. Sc.

(PLAAT I).

I. — ALGEMEEN GEDEELTE.

Alhoewel het Kwartair de jongste der geologische periodes is, toch zijn onze kennissen omtrent de Kwartaire afzettingen niet zoo stevig gegrondvest als dit het geval is voor oudere lagen, hoe paradoxaal dit ook moge schijnen: de verschillende onderzoekers zijn het op verre na niet eens over dit onderwerp. Dit komt in de eerste plaats omdat we voor deze laatste periode, die, zooniet den Mensch zag ontstaan, dan toch getuige was van zijn ontwikkeling, veel meereischend zijn dan voor de vorige tijdvakken. Dit is echter slechts een relatieve, ik zou haast zeggen een « menschelijke » moeilijkheid; er komen echter meer andere, thans « geologische », het vraagstuk ingewikkelder maken.

Moeilijkheden bij de studie van het Kwartair.

De ons bekende afzettingen, die ouder dan het Kwartair zijn, hebben meestal een marienen oorsprong : zij werden afgezet in zeeën en hebben op groote afstanden dezelfde samenstelling en dezelfde fauna. Dit geldt vooral voor de abyssale afzettingen (op meer dan 1.000 M. diepte afgezet).

Heel anders is het gesteld met de Kwartaire afzettingen : hoe dichter men bij den tegenwoordigen tijd nadert, hoe meer de oceanen en continenten een plaats innemen die met hun huidige ligging overeenstemmen; dat beteekent: de meeste kwartaire lagen hebben een continentalen oorsprong. Zij zijn gewoonlijk dun, weinig uitgebreid en niet doorlopend. Ook zijn zij vaak van verschillenden aard. Dit komt omdat de factoren waaraan zij hun ontstaan danken, zelf zeer verschillend van aard zijn. Er zijn inderdaad :

1. Littorale of kustafzettingen,
2. Mariene of zeeafzettingen,
3. Fluviatiele of rivierafzettingen,
4. Glaciaire of gletscherafzettingen,
5. Eolische of windafzettingen.

Van al deze sedimenten vormt alleen het « *læss* », een eolische afzetting, een homogeen, soms dikke mantel, met groote geographische uitbreiding.

Gezien de verscheidenheid der milieu's waarin de Kwartaire lagen ontstonden kunnen deze niet door de gewone stratigraphische methodes onderzocht worden. Ook de palæontologie, de wetenschap die zich bezig houdt met de studie der fossielen, is niet in staat den gewenschten uitslag alléén te geven : men kan inderdaad geen mariene molluskenfauna rechtstreeks met een continentale zoogdierenfauna vergelijken. Zelfs dit gedeelte van de palæontologie die den fossielen mensch bestudeert kan weinig behulpzaam zijn, omdat deze wetenschap nog in dit stadium van ontwikkeling verkeert dat, om een ouderdom aan een bepaalde vondst toe te kennen, zij zich op de geologie moet beroepen. Ook zijn de vondsten van menschenresten niet talrijk genoeg.

Gelukkig helpen hier andere methodes : de studie van het Kwartair heeft *haar eigen methodes*. Wij zagen dat de Kwartaire afzettingen zeer jong zijn : het uitzicht van het landschap waar ze zich vormden zal wellicht weinig zijn veranderd sedert hun ontstaan, en de studie van de vormen van het landschap, de *morphologie*, een onderdeel van de *physiographie*, is hierbij van het grootste belang.

Sedimentaire Cyclus.

Heel de sleutel voor de chronologie van het Kwartair wordt gegeven door het begrip van den sedimentairen cyclus en van de opvullingsoppervlakten, dat er nauw verband mede houdt. Om dit goed verstaanbaar te maken, geven we hier eenige principes des physiographie weer.

De *erosiebasis* van een rivier is het niveau van de plaats waar deze uitmondt in een belangrijker waterweg, of in zee. Dit niveau is relatief constant, vergeleken bij het niveau van de andere punten van het beschouwde hydrographische net, en is natuurlijk het laagste punt van dit net. De hoogten van al de punten van bewuste rivier hebben neiging om te komen liggen op een kromme lijn, nagenoeg een cycloïde, die wel is waar slechts bij benadering bereikt wordt. Wanneer de *verhanglijn* (of het *overlangs profiel*) van een rivier de gedaante van een cycloïde heeft, dan heet het dat het *evenwichtsprofiel* van die rivier bereikt is. In dit geval grijpt in den middenloop van de rivier slechts *zijdelingsche erosie* plaats : de rivier wordt breeder.

Veronderstellen wij nu dat, voor een oorzaak die we hier niet te onderzoeken hebben, het niveau van de zee (waarvan feitelijk het basisniveau van alle rivieren van dit zeegebied afhangt) stijgt. Wat zal er gebeuren ?

A. — *LANGS DE KUST.* — Eerst en vooral grijpt *langs de kust* een *transgressie* van de zee op het land plaats. Afbraakmateriaal zal zich aan de

nieuwe kust ophoopen : zulke sedimentatie begint altijd met het vormen van een zgn. *basisconglomeraat*. Bij stijgend niveau wordt de diepte groter, en er zal zich *klei* of *mergel*, of *kleiachtig zand* afzetten. Opvulling grijpt plaats en weldra is deze zoo ver gevorderd dat de diepte derwijze afneemt, dat *zanden* zich afzetten. De sedimenten worden langs om grover en eindigen opnieuw de gedaante van een conglomeraat te hebben. Als het waterpeil lang genoeg constant blijft kunnen zelfs continentale afzettingen gevormd worden : de hoogte van het basisniveau wordt natuurlijk aangegeven door de grens tusschen de mariene en de continentale afzettingen. Maar ook in de gevallen waar het waterpeil niet lang genoeg hoog gebleven is om volledige opvulling mogelijk te maken is het eenigszins mogelijk dit maximum-niveau te bepalen, zich op de natuur, en eventueel op de fauna der afzettingen steunend.

Doorgaans echter krijgt men een opeenvolging van concordante lagen, die geleidelijk in elkaar overgaan : *basisconglomeraat*, kleien en mergels, zand, *conglomeraat* en alluvia der maritieme vlakte. Men heeft wat E. HAUG genoemd heeft een « phase de lithogénèse d'un cycle de phénomènes géologiques » of korter, een « cycle sédimentaire », d. i. *sedimentairen kringloop*. Met een transgressie (of *positieve* beweging) die een basisniveau N_1 bereikt, komt een maritieme vlakte M_1 overeen.

B. — IN DE VALLEIEN. — Een verandering van het basisniveau heeft hare terugwerking op stroomen en rivierennet. Grijpt er transgressie plaats, dan zal de benedenloop der stroomen een zeearm worden (1) en de middenloop voor een groot deel benedenloop : het verbroken evenwichtsprofiel moet hersteld worden, en daar nu geen enkel punt van een rivier lager kan zijn dan haar basisniveau, heeft de verhooging van dit laatste natuurlijk voor gevolg dat de bedding van deze rivier zal opgehoogd worden : m.a.w., er grijpt sedimentatie plaats (opvulling der valleien). Even als bij littorale afzettingen krijgen wij aldus een opvullingsoppervlakte, waarvan de hoogte afhangt van de schommelingen van het basisniveau.

Opeenvolging van sedimentaire kringlopen.

Bij dalen van het basisniveau (zgn. « negatieve beweging ») grijpt nu regressie plaats : erosie van de maritieme vlakte zal plaats grijpen; doch een deel van de vlakte M_1 kan natuurlijk bewaard blijven. Een tweede transgressie, die een basisniveau N_2 zou bereiken, waarbij N_2 lager dan N_1 is, zal eveneens aanleiding geven tot het vormen van een maritieme vlakte, M_2 . De vorming van dit tweede kustplatform kan geen invloed hebben op het eerste, dat hooger gelegen is. Een tweede regressie, gevolgd van een derde transgressie, overeenkomend met een basisniveau N_3 , alweer lager dan de voorgaande, zou een derde kustplatvorm M_3 geven, dat de vroeger ontstane, M_1 en M_2 onaangeroerd zou laten. Moest echter deze derde transgressie een basisniveau bereiken, hooger dan de voorgaande, dan zouden de vlakten M_1 en M_2 bedekt worden

(1) Dit is thans het geval voor de Beneden Schelde.

door de sedimenten, afgezet tijdens het maximum N_3 , en van M_1 en M_2 zou maar weinig overblijven. Wij zien dus dat *alle nieuwe maxima, hooger dan de voorgaande, de sporen van deze zullen doen verdwijnen*, zoodat alle sedimentaire kringlopen waarvan wij 't gemakkelijkst de sporen vinden, deze zijn die overeenkomen met regelmatig dalende maxima, verloopend volgens hieronderstaande kromme, afbeelding 1, b. Nochtans verliep de hoogte van die reeksen maxima waarschijnlijk volgens de kurve, afbeelding 1, a. Van de intermediaire maxima n_1 , n_2 en n_3 kunnen we niets meer merken.

Men noemt *kustplatform* of *maritieme terras*, ook wel eens *opgeheven strand*, de terreinvorm die onstond tijdens hoogergeroemd proces. Deze terrassen zijn nagenoeg horizontaal, en worden in het landschap herkend aan hun maximale hoogte, die dezelfde is voor alle terrassen ontstaan tijdens een zelfde maximum.

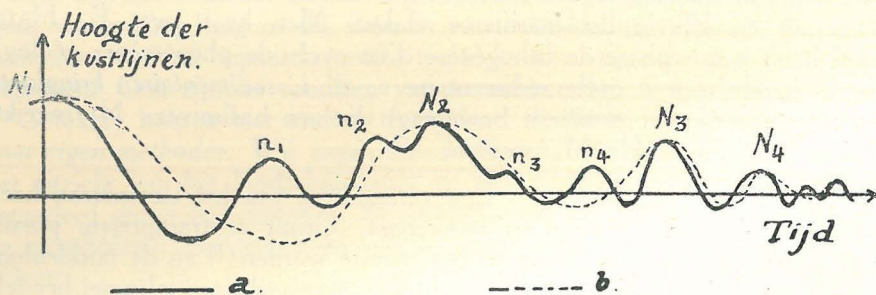


Fig. 1. — Diagramma der schommelingen van het basisniveau van af het Pliocen (uit M. GIGNOUX, 1913).

Men kan nu heel gemakkelijk beredeneeren wat er moet voorvallen op een gegeven plaats van den loop eener rivier gedurende een reeks schommelingen van het basisniveau. Wij komen tot gansch analoge uitkomsten dan bij littorale afzettingen : de opvullingsoppervlakten die we op het terrein terugvinden zijn deze die met regelmatig dalende maxima overeenkomen. Wat van die opvullingsoppervlakten bewaard gebleven is vormt alweer terrassen, die men thans « fluviatiele » of « rivierterrassen » noemt. Zij bestaan uit een basisconglomeraat en uit fluviatiele zanden, beide gekenmerkt door de onregelmatigheid van hun samenstellende bestanddeelen en van hun stratificatie (« kris-kras »-gelaagdheid in fluviatiel zand).

Even als littorale terrassen worden rivier-terrassen herkend aan hun hoogte, gemeten boven de huidige vallei, hoogte die dezelfde is voor al de terrassen van een zelfde formatie. Die maximale hoogte boven de vallei kan nooit hooger zijn dan het bedrag van de schommeling van het zeeniveau waaraan zij hun ontstaan danken.

Synchroniseeren van fluviatiele en littorale terrassen.

Als men fluviatiele terrassen zeewaarts volgt, dan kan men, dank zij

het voorgaand beginsel, deze met littorale terrassen, waarvan de typische hoogte de zelfde is, synchroniseeren. In de gunstigste gevallen gaan beide formaties geleidelijk in elkaar over. Dat het mogelijk wordt de ouderdom van beide terrassen-soorten te vergelijken, moet ons niet verwonderen, daar beide één zelfde oorspronkelijke oorzaak hebben (althans in den midden- en benedenloop der rivieren) : de schommelingen van het basisniveau, in laatste instantie het zeeniveau.

Dit rechtstreeksch verband tusschen mariene en fluviatiele terrassen is echter zelden aan te toonen. Dit komt omdat de stroomen bij hunne uitmonding dikwijls aanzienlijke « horizontale erosie » veroorzaken, waarbij de valleien zeer breed worden, en alle sporen van rivierterrassen uit vroegere cyclussen verdwijnen. Slechts aan de ISSER, in Algerië, en aan de SOMME werd het verband tusschen beide formaties rechtstreeks aangetoond door den Franschen onderzoeker DE LAMOTHE. Doch het bestaan in practisch alle riviernetten van den Atlantische Oceaan (Marokko, Portugal, Spanje, Frankrijk) der Noord-, Middellandsche en Zwarte Zeeën van vier terrassen, waarvan de typische hoogte precies deze is der vier voornaamste mariene terrassen, is wel een voldoende argument om dit synchronisme aan te nemen, ook daar waar men beide soorten formaties niet geleidelijk in elkaar ziet overgaan.

Glaciaire Verschijnselen.

Een ander reeks verschijnselen, van belang voor de studie van het Kwartair zijn deze waaraan de zgn. « ijsstijdvakken » hun naam danken. Een ijsperiode wordt gekenmerkt door een kouder klimaat, waardoor de gletschers zoowel deze van het Alpen-type als deze van het Scandinavisch type een groote geographische uitbreiding krijgen.

Om de verschijnselen die met deze glaciaties gepaard gingen goed te begrijpen is het onontbeerlijk de voor ons doel noodige begrippen over gletschers in het kort te herhalen.

Vorming van moreenen. — Door afschuren van zijn bedding en van zijn wanden veroorzaakt een gletscher een mechanische werking waardoor steenmateriaal op en in den gletscher geraakt; dit materiaal wordt vervoerd door het ijs en verzamelt zich vooral daar waar het ijs smelt, namelijk aan de randen en aan het uiteinde (gletschertong) van den gletscher. Op die plaatsen vormen zich puinophooping, *moreenen* genoemd : rand- en eindmoreenen. Ook op den bodem der gletschers ontstaan moreenen, grondmoreenen genoemd.

Moreenen worden gekenmerkt door het bestaan van hoekige, groote, veelal gekraste keien in een kleiachtig, zeer fijnkorrelig materiaal (« keileem » der Hollanders, « boulder-clay » der Engelschen en « argile à blocs » der Franschen).

Lengte van een gletscher. — De geographische uitgestrektheid van een gletscher hangt af van twee factoren : de gemiddelde jaartemperatuur en de neerslaghoeveelheid. Weinig neerslag heeft geringe voeding van het firnbekken, terwijl verhoogde jaartemperatuur het afsmelten van een grooter hoeveelheid ijs aan de gletschertong voor gevolg heeft : de gletscher wordt dus korter. Omge-

keerd veroorzaken verlaagde temperatuur en groote neerslag een « langer worden » van den gletscher. Van 1818 tot 1885 is de Rhône-gletscher meer dan 1 Km. « korter » geworden. Op de plaats waar ze afgezet werden blijven de moreenen achterliggen, als « getuigen » van den vroegeren stand van den gletscher.

Heeft een gletscher langen tijd tot in een punt A vertoefd, dan ontstaat daar een belangrijke eindmoreene. Trekt hij zich naderhand terug (tijdens een zgn. « interglaciair tijdvak ») om dan weer vooruit te schreden, tot in B, b.v. (tijdens een nieuwe glaciaire periode), en blijft hij lang in B dan zal zich daar eveneens een eindmoreene vormen : vooral de moreenen die sinds hun ontstaan niet meer door gletschers werden bedekt bleven goed bewaard, zoodat van een reeks moreenen, deze overeenkomende met steeds minder hevige glaciaties het duidelijkst te herkennen zullen zijn. (Zie fig. 2 en de tekst-verklaring.)

Fluvio-glaciair complex. — Al het materiaal, door een gletscher vervoerd, wordt echter niet in de moreenen opgehouden : de fijnere bestanddeelen worden voor een groot deel met het stroomend smeltwater weggevoerd, en zetten zich stroomafwaarts af, onder vorming van alluvia. Deze alluvia vormen met de moreenen een « fluvio-glaciair complex ».

Wanneer de gletscher zich terugtrekt komt dit overeen met een verhooging van de bron van de rivier die uit den gletscher ontstaat : erosie van de afgezette glaciaire alluvia zal plaats grijpen; een deel van dit kan gespaard blijven en vormt alweer terrassen.

Tijdens glaciaire periodes grijpt dus alluviumvorming plaats (opvullen der valleien) terwijl gedurende interglaciaire tijdvakken erosie van de ontstane alluvia gebeurt.

Ijstijdvakken.

Men heeft in de Alpen overblijfsels gevonden van vier belangrijke stelsels eindmoreenen, die getuigen van vier glaciaire tijdvakken. Men heeft aan deze namen gegeven naar vier rivieren uit het Donau-bekken :

4. Würmiaan,
3. Rissiaan,
2. Mindeliaan,
1. Günziaan.

Het Mindeliaan viel samen met de hevigste glaciatie⁽¹⁾ (zgn. « groote glaciatie ») zoodat de (oudere) Günziaansche moreenen onduidelijk zijn, en zelfs niet met zekerheid gekend zijn in de Westelijke Alpen. Tijdens deze ijstijdvakken reikten de gletschers uit de hooggebergten veel lager dan dit thans

(1) Althans in de Westelijke Alpen. In Centraal Europa zou de hevigste glaciatie, volgens Poolsche geologen, samenvallen met het Rissiaan.

het geval is : de Rhône-gletscher kwam b.v. tot Lyon, waar zijn moreenen den top van den heuvel van Fourvière bedekt(1).

Doch ook het Noordelijk ijs, het inlandsis, had een veel grootere geographische uitbreiding dan hedendaags het geval is. Hier eveneens zijn vier (met zekerheid slechts drie) moreenstelsels gekend : men heeft de hiermede overeenstemmende ijsperiodes als volgt genoemd (de oudste onderaan) :

4. Mecklemburgiaan,
3. Polandiaan,
2. Saxoniaan of Saxoniaansche glaciatie(2),
1. Scaniaan (?).

Deze namen werden ontleend aan Scanië (een schiereiland in het Zuiden van Zweden), Saksen, Poland (of Polesië, een streek uit Centraal Polen) en Mecklemburg.

Tijdens de koudste dezer periodes, de Saxoniaansche glaciatie, ging de Zuidelijke grens van het inlandsis over Zuid-Ierland, Wales, Nederland (benoorden een lijn Vogelenzang-Nijmegen) en over Zuid-Duitschland, waar het ijs tot aan den voet der Harz- en Boheemsche gebergten reikte en zich verder Oostwaarts bezuiden Moscow tot aan den Oeral uitstrekte. Alhoewel ons land dus nooit in het ijsgebied lag, heeft het toch de gevolgen van de glaciaties gedragen : koude fauna, eenige zwerfstenen, waarschijnlijk glaciaire alluvia.

Wij moeten hier laten opmerken dat parallelisatie tusschen de twee reeksen glaciaties *niet* vanzelfsprekend is : logisch schijnt het aan te nemen dat beide reeksen hun maximum vertoonden op hetzelfde oogenblik (Mindeliaan = Saxoniaansche glaciatie) : hieromtrent is men het op verre na niet eens.

Synchronisme tusschen glaciaire en fluviatiele afzettingen.

Wij zagen dat er terrassen bestaan in het fluvio-glaciair alluvium. Men zou kunnen denken dat deze hun ontstaan *alleen* aan gletscherwerkingen danken, zooals deze in een vorig paragraaf werden beschreven. Maar volgt men deze terrassen stroomafwaarts, dan ziet men dat zij trapsgewijs en snel overgaan tot echte fluviatiele terrassen; deze worden gekenmerkt door hun hoogte boven de vallei en kunnen derhalve gemakkelijk met de overeenstemmende kustafzettingen gesynchroniseerd worden. Deze methode werd door CH. DEPÉRET ingevoerd bij de studie der Rhône-moreenen.

Hierbijgevoegd profiel (fig. 2) illustreert zeer duidelijk het verband tusschen moreenen en terrassen. Het is een schematische schets der feiten door CH. DEPÉRET waargenomen tusschen FOIX en TARASCON in de Pyreneeën,

(1) Men herinnert zich nog het schrikkelijk ongeluk in November 1930 te Lyon voorgevallen door het wegvloeien, onder den invloed van hevige regens, van het kleiachtig materiaal waaruit deze moreenen bestaan.

(2) De benaming « Saxoniaan » werd door James Geikie in 1895 voorgesteld. Die naam werd echter reeds vroeger gegeven aan een étage uit het Perm. Daarom is het noodig steeds te specificeren : « *Saxoniaansche glaciatie* ».

langs de vallei der Ariège, een bijrivier van de Garonne. De oudste moreenen zijn de Mindeliaansche. Zij zijn het meest van de bron verwijderd en komen overeen met de hevigste glaciatie. Stroomafwaarts gaan zij over, door bemiddeling van een sterk hellend puinkegel van fluvioglaciären aard, tot een echte rivierrass, met een karakteristieke hoogte van 55 M.

Meer stroomopwaarts, te Bonpas, heeft men een tweede moreenencomplex, deze maal van Rissiaanschen ouderdom, getuige eener kleinere uitbreiding der gletschers. Deze gaat over tot een terras van 29-30 M. Eindelijk worden de Würmiaansche moreenen het dichtst bij de bron aangetroffen. Zij wijzen op een nog kleinere lengte der gletschers, en gaan over tot een terras van ongeveer 20 M. hoogte.

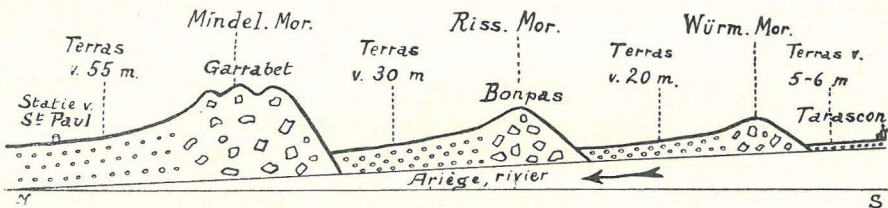


Fig. 2. — Profiel door de vallei der Ariège, tusschen FOIX en TARASCON : moreenen en terrassen (naar Ch. Depéret, 1926).

Dit en dergelijke profielen uit de valleien van Rhône, Isère, Durance, Garonne, Donau, Iller, enz. laten toe te besluiten tot gelijken onderdom voor het

Mindeliaan en de terras van 55-60 M.,

het Rissiaan en de terras van 30 M.,

het Würmiaan en de terras van 18-20 M.

Het Günziaan kon, daar waar het gekend is, met een terras van 90-100 M. verbonden worden.

In speciale gevallen is het gelukt moreenen uit bergstreken rechtstreeks te synchroniseeren met mariene terrassen. DE STEFANI toonde aan dat de jongste moreenen (Würmiaan) uit de provincie Rome producten van den Latium-vulkaan bevatten. Diezelfde vulkanische producten worden tevens aangetroffen in de laagste mariene terras (18-20 M.). Daaruit besloot DE STEFANI eveneens tot een gelijken ouderdom voor het Würmiaan en de terras van 18-20 M.

Tot slot van dit overzicht moeten wij laten opmerken dat G. DUBOIS (1924, blz. 317) bij de studie van het Kwartair van Noord-Frankrijk en bij een poging (aan de hand van het werk der Deensche geologen) om het te synchroniseeren met het Noordelijk glaciair, tot een gelijktijdigheid besluit voor de vorming der moreenen (glaciaties) en de erosie der opvullingsoppervlakten, terwijl CH. DEPÉRET — zooals wij het zooeven zagen — voor Zuid-Frankrijk tot het besluit gekomen was dat de glaciaire tijdvakken samen vielen met de vorming van deze opvullingsoppervlakten. Als wij hier nogmaals zullen herhaald hebben dat de Poolsche geologen het niet eens zijn met de Fransche,

Italiaansche, Zwitsersche en Duitsche omtrent de groote ijsperiode en dat de aangehaalde feiten niet gelden buiten het bekken der Middellandsche Zee en van een deel van den Atlantischen Oceaan, dan zullen deze enkele moeilijkheden (bedenkt dat wij nog niets over het Kwartair van andere streken gezegd hebben!) reeds volstaan om de bewering dat « *de verschillende onderzoekers het op verre na niet eens zijn* », te verrechtvaardigen.

*
**

In de voorgaande bladzijden zagen wij hoe de Kwartaire gletscher-afzettingen met rivier-terrassen konden verbonden worden, en hoe deze laatste te synchroniseeren zijn met maritieme terrassen. Over deze laatste hebben wij slechts theoretische zienswijzen gegeven. Dit komt omdat hun belang voor de stratigraphie van het Kwartair zoo aanzienlijk is, dat een meer in bijzonderheden tredende studie er van zich opdringt. Deze studie vormt het onderwerp (en de noodzakelijkheid) van het Tweede Deel van dit artikel.

II. — DE STRATIGRAPHIE.

Men verkiest steeds mariene afzettingen te gebruiken om de stratigraphische schaal van een formatie op te maken. De belangrijkste reden daarvoor ligt in het feit dat deze afzettingen doorgaans een tamelijk groote geographische uitbreiding hebben en dezelfde kenmerken van lithologie en palæontologie op groote afstanden vertoonen. Dit is vooral waar, zooals we het reeds zegden, voor bathyale afzettingen. Bij gebrek aan diepzee-afzettingen moet men zich wel tevreden stellen met neritische of littorale afzettingen. Deze laatste, nu, zijn, voor wat het Kwartair aangaat, goed vertegenwoordigd in het Westelijk deel der Middellandsche Zee, waar men talrijke littorale terrassen kent. Wij zullen, aan de hand der opzoekingen van M. GIGNOUX (1913 en 1926) in dit gebied, de stratigraphische schaal van het Kwartair opmaken. Voorloopig moeten wij aannemen dat die schaal enkel geldig is voor de mariene afzettingen der Westelijke Middellandsche Zee. Wij zullen naderhand onderzoeken in hoeverre ze voor andere streken geldig is.

De Palæontologie der recente afzettingen (Pliocene en Kwartair).

Hoe dichter wij tot de moderne tijden naderen, hoe meer de fauna op de huidige gaat gelijken. Men heeft wel eens gedacht dat de quantitative verhouding van de uitgestorven soorten tot het totaal aantal soorten een criterium kon zijn voor den relatieven ouderdom der onderzochte lagen (LYELL). Doch men begrijpt al dadelijk dat deze statistische methode, uit haar aard zelf, alleen kan toegepast worden in de gevallen waar de fauna zeer rijk aan soorten is: zulke vindplaatsen zijn echter zeldzaam. De methode kan alleen gebruikt worden om grove indeelingen van de geologische tijdrekening te karakteriseeren: Mioceen, Pliocene, Kwartair. Ook is het beter zijn toevlucht te nemen tot « karakteristieke soorten » (*gidsfossielen*) die slechts in een bepaalde formatie voorkomen, en deze kenmerken.

Om de fauna van een gegeven vindplaats te bestudeeren en om haar een stratigraphische beteekenis te kunnen geven beschikt men over twee vergelijkingspunten :

a) de typische, wel gekende Oud-plioceene fauna van het Piacenziaan en van het Astiaan der Pô-vallei ;

b) de eveneens wel gekende huidige Middellandsche-zee fauna.

Welke is de Kwartaire fauna, of, wat op hetzelfde neerkomt, hoe gaat de Pliocene fauna tot de huidige over ?

Eerst en vooral moeten wij laten opmerken dat vele hedendaagsche soorten reeds voorkomen in het Oud-plioceen : 't spreekt van zelf dat die soorten voor ons doel geen belang kunnen hebben : ten hoogste kunnen zij ons inlichten over de bathymetrie en het facies van de lagen waarin ze voorkomen.

Karakteristieke soorten voor de stratigraphie zijn :

1° mutaties ter plaatse van Oud-plioceene soorten ;

2° ingeweken soorten ;

3° verdwenen soorten, 't zij ze uitgestorven of uitgeweken zijn.

Door *mutaties* gebeuren langzame veranderingen van de fauna; de kenmerken der verschillende soorten ondergaan kleine, progressieve veranderingen, die bovendien slechts op een heele reeks exemplaren te onderzoeken zijn, en ook te wijten kunnen zijn aan faciesverschillen. Mutaties zullen dus weinig van dienst zijn voor den stratigraaf.

Migraties, integendeel, geven een snelle vernieuwing der soorten.

De *uitgestorven soorten* zijn zeer talrijk ; zij verdwijnen vooral juist vóór het ontstaan van de zeer hooge terras en, voor een kleiner bedrag, na het ontstaan van die terras (zie fig. 4, waar de dichtheid der figuraties evenredig is met het aantal soorten).

Het verdwijnen van een soort, d. i. het ontbreken er van in een laag is echter een negatief karakter. Een positief karakter is het optreden van nieuwe soorten : deze zijn vooral ingeweken soorten, die slechts een relatief korten tijd in de Middellandsche Zee verbleven, en naderhand weer uitweken. Zulke soorten, die in een bepaald gebied slechts een kort bestaan hebben, zijn de best geschikt voor de stratigraphie. Van deze soorten leven er thans in de Noordelijke zeeën, andere in de tropische zeeën. De eerste kwamen in de Middellandsche Zee tijdens een koude periode (« koude fauna », waarvan de meest typische en meest voorkomende vorm is : *Cyprina islandica*, Plaat I, fig. 1); de tweede tijdens een warme periode (« warme fauna », gekenmerkt door *Strombus bubonius*, Plaat I, fig. 2, 3).

Er bestaat een verband tusschen de hoogte der terrassen en het karakter van hun fauna. Volgende schemas, fig. 3 en 4, aan M. GIGNOUX ontleend, toonen dit duidelijk aan.

Beide kenmerken : hoogte en fauna, zijn overigens in overeenstemming, voor wat den ouderdom dezer terrassen aangaat, zoodat onze beschouwingen over geschiedenis der faunas en over sedimentaire kringlopen, tot dezelfde uitslagen voeren.

Zich op hun fauna steunend, kan men deze opeenvolgende lagen als volgt indeelen (de oudste onderaan) :

4. Strombus-lagen, waarin Zuidelijke soorten voorkomen;
 3. Siciliaan, waarin Noordelijke soorten voorkomen (*Cyprina islandica*);
 2. Calabriaan, met overgangsfaua. Bevat reeds Noordelijke ingewekenen;
 1. Piacenziaan en Astiaan, rijk aan uitgestorven soorten;
- waarbij de voornaamste faunistische scheiding bestaat tusschen de termen 1 en 2.

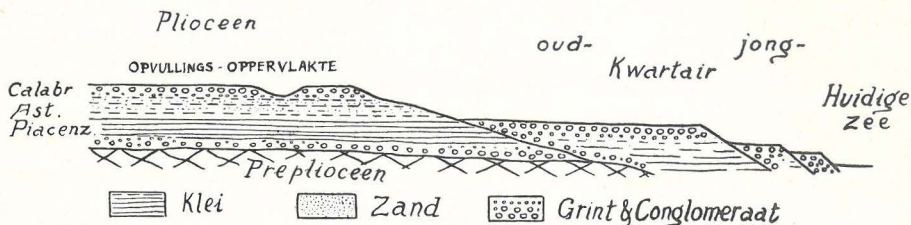


Fig. 3. — Theoretische bouw der opvullingsoppervlakten van Boven-Pliocéen en Kwartair (schematisch), naar M. Gignoux, 1913.



Fig. 4. — Schema der Pliocéene en Kwartaire opvullingsoppervlakten, waarop de verspreiding der karakteristieke soorten aangegeven wordt naar M. Gignoux, 1913.

Onderzoeken wij thans of wij het Kwartair zullen doen aanvangen met deze faunistische scheiding. Piacenziaan en Astiaan (genoemd naar steden uit Noord Italië) behooren ongetwijfeld tot het Pliocéen (Boven Tertiair). Moet het Calabriaan, waarvan de fauna zoo verschillend is, als de basis van het Kwartair genomen worden ? Dit willen we thans onderzoeken aan de hand van feiten in de type-streek, Calabrië, waargenomen.

Het Calabriaan.

Profiel bij CATANZARO (Zuid Calabrië). — Wanneer men, uitgaande van de vallei der Corace, de hoogten waarop Caraffa di Catanzaro gebouwd is, bereikt (fig. 5), dan treft men eerst zacht hellende heuvels aan, met olijf-boomen beplant. Zij bestaan uit klei waarvan den Oud-pliocéenen ouderdom blijkt uit de fossielen die er in voorkomen. Naarmate men hoger opklimt wordt de klei meer en meer zandachtig, en op 175 M. boven zeespiegel vindt men een bank geel kalkhoudend zandsteen, waarin *Cyprina islandica*, gevonden

wordt. Boven die zandsteenbank treft men nog wel eenige kleiachtige lagen aan, doch deze zijn te beschouwen als recurrenties van het dieper facies; het zandsteenfacies wordt overheerschend. Boven 280 M. is geen klei meer te vinden. De helling wordt steiler. Op 300 M. maakt zand plaats voor grint, en nog hooger wordt dit door conglomeraten verdrongen. Kris-kras-gelaagdheid is geen zeldzaamheid. Nog hooger zijn de lagen gerubefieerd, verweerd, slecht gelaagd, en van platte (rivier)keien voorzien : het zijn continentale afzettingen. Op 380 M. hoogte gekomen, heeft men voor zich een plateau dat zich ver uitstrekt en, was het niet door diepe valleien (zooals die van de Corace) doortrokken, het uitzicht van een « maritieme » vlakte zou vertoonen.

Wij staan hier voor een typische opvullingsoppervlakte; het zal dan ook logisch zijn *al* deze lagen, waarin geen stratigraphische indeelingen te onderscheiden zijn, en waarvan de onderste van Piacenziaanschen ouderdom zijn, tot het Pliocéen te rekenen : zij werden immers tijdens één zelfden sedimentairen kringloop afgezet en behooren tot één zelfde stratigraphische eenheid.

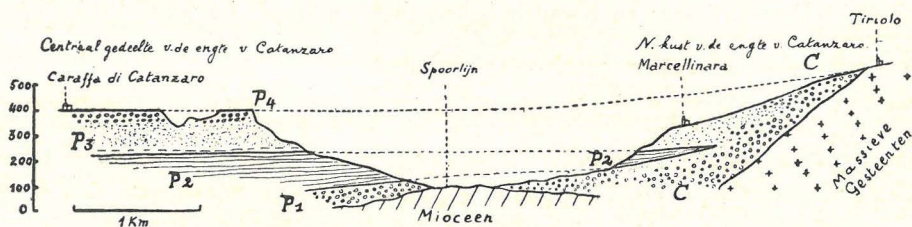


Fig. 5. — Profiel door de engte van Catanzaro, naar M. Gignoux 1913. Men ziet de faciesveranderingen van de Pliocéene reeks, in de nabijheid van het Noordelijk strand van de engte van Catanzaro.

Boven-pliocéen (Calabriaan)	{ P4. Conglomeraten en continentale alluvia. { P3. Grof zand en grint, koraalhoudend.	} C. Conglomeraatfacies dat, bij de vroegere kust, de heele Pliocéene reeks inneemt.
Oud-pliocéen.	{ P2. klei met diepzee fauna. { P1. Basisconglomeraat.	

(N. B. — De hoogteschaal is twee maal grooter dan de lengteschaal).

Dat afzettingen van die dikte in zoo'n relatief korten tijd konden ontstaan moet ons hier niet verwonderen : de stortbeken der Sila en der Serra brachten hier, uit de bergen, al hun afbraakmateriaal, en zetten het af in een reuzendelta die de Oud-pliocéene golf opvulde met Jong-pliocéene sedimenten. Het plateau werd naderhand door post-pliocéene rivieren uitgegraven. Het zijn deze, soms heel diepe uitgravingen, die ons profielen door bewuste afzettingen geven.

De basis dezer Pliocéene transgressie werd in voorgaand profiel niet aangetroffen. Wat bestaat er onder de Piacenziaansche klei ? Dit leert ons een profiel van de N. E. wand der vallei van de Corace, naar Tiriolo op (fig. 5).

In discordantie op gips van Mioceenen ouderdom rustend, treffen wij thans de basis van het Pliocéen aan. Zij bestaat uit geel zand en grint waarin

keien, die soms reusachtige afmetingen vertoonen, voorkomen. Deze keien worden kleiner hoogerop : het conglomeraat gaat geleidelijk over tot grint en dan tot zand; eenige mergel- of kleilagen komen hierin voor. Weldra echter wordt het facies weer zandachtig en ten slotte conglomeraatachtig (continentale afzettingen), even als in het vorig profiel. Te Tiriolo rust dit conglomeraat rechtstreeks op den kristallijnen ondergrond.

Wij zijn hier aan de vroegere kust der Pliocene zee : naarmate men dichter bij deze kust nadert, neemt het conglomeraatfacies (C) heel de Pliocene reeks in : hier kan, nog veel minder dan in het vorig profiel, geen sprake zijn van stratigraphische scheiding. Hetzelfde geldt voor profielen genomen ver van de vroegere kust : daar zal echter het kleiachtig (of « Piacenziaansch ») facies overwegen : ook de hoogere lagen, waar de koude *Cyprina-islandica*-fauna aanwezig is, bestaan uit klei. Dit is namelijk het geval aan de Zuidelijke kust van Sicilië, aan den Monte Lungo, bij Terranuova di Sicilia.

Alhoewel men dus deze reeks palæontologisch kan indeelen in : 1° Oud-plioceen en 2° Calabriaan, met *Cyprina islandica*(1), en men het Kwartair zou kunnen doen aanvangen met deze fauna-verandering, (zooals E. Haug het doet), toch ziet men dat deze scheiding : 1° niet samenvalt met een transgressie; 2° dat zij niet scherp te trekken is, daar beide formaties geleidelijk in elkaar overgaan, en 3° dat zij, bij gebrek aan fossielen, in 't geheel niet te trekken is daar waar het facies hetzelfde is (littorale en diep-zee afzettingen). Daarom heeft men verkozen het Calabriaan bij het Plioceen te rekenen. Het besluit den Plioceenen sedimentairen kringloop.

Hiermede is echter ook de basis van het Kwartair bepaald : tot het Kwartair moeten alle lagen gerekend worden die ontstonden tijdens een lateren cyclus : zij worden dus aangetroffen in terrassen waarvan het maximum-niveau lager is dat dit van de Calabriaansche opvullingsoppervlakte.

De Kwartaire sedimentaire kringlopen.

In het Westelijk deel der Middellandsche Zee kent men vier terrassen die overeenkomen met kringlopen, jonger dan het Calabriaan. Hun karakteristieke maximale hoogte, de namen die men er aan gegeven heeft en de hoofdtrekken van hun fauna worden hieronder aangegeven (de oudste laag van boven) :

(1) Te S. MARIA DI CATANZARO, een hierdoor beroemd geworden localiteit, vindt men in het Calabriaan een koude fauna. Deze komt voor in een zandsteenlaag waarboven nog eenige recurrenties van het mergelfacies voorkomen. In deze mergels wordt overigens dezelfde fauna teruggevonden.

Benevens *Cyprina islandica* (fig. 1, Plaat I) werden hier nog als karakteristieke « koude » soorten vermeld : *Chlamys septemradiatus*, *Dosinia lupinus*, var. *ficaratiensis* en *Tapes rhomboides*.

Laten wij opmerken dat *Cyprina islandica* eveneens in het oud-plioceen van Antwerpen bekend is.

NIVEAU.	NAAM.	FAUNA.
90-100 M.	Siciliaan	Koude fauna met <i>Cyprina islandica</i> (Het bevat veel meer Noordelijke gasten dan het Calabriaan).
55-60 M.	Milazziaan	Overgangsfauna. Men kent slechts een speciale « facies »-fauna.
30-33 M.	Tyrrheniaan	Warme fauna met <i>Strombus bubonius</i> .
18-20 M.	Monastiriaan	Warme fauna met <i>Strombus bubonius</i> aan de Afrikaansche kust; huidige fauna aan de Europeesche kust.

Thans volgen de beschrijvingen van de meest interessante plaatsen uit het Middellandsche-zeebekken waar deze étages gekenmerkt werden.

Het Siciliaan van Palermo.

Het bekken van Palermo is een groote vlakte, zachtjes naar de zee hellend. De gemiddelde hoogte er van bedraagt 30-40 M., terwijl de maximale hoogte ongeveer 80 M. bedraagt. Deze *Conca d'Oro*, aldus genoemd om haar rijk plantenklee, bestaat uit mariene Kwartaire afzettingen. Ten N. van Palermo (dat ten W. van een golf gelegen is) richt zich, als een eiland midden die vlakte, het Monte Pellegrino (600 M.) terwijl naar het Zuiden toe, bergen uit Secondaire kalksteen, van 700 tot 1000 M. hoogte, ze afsluit. Ten Westen van Palermo wordt de kust beheerscht door een kustplatform op een hoogte van 80-100 M. In dit bekken van Palermo vindt men verschillende facies : zoogene kalksteen (Monte Pellegrino), kleien (Ficarazzi), littorale zanden (Altavilla). Allen toonen aan, 't zij door hun topographische hoogte, 't zij door hun fauna, dat ze afgezet werden in een zee die ongeveer 90 M. hooger was dan de huidige zee.

Oude, « opgeheven » stranden zijn goed herkenbaar ten N. W. van Palermo, te Cozzo Santa Rosalia, waar volgend profiel opgenomen werd (fig. 6). Men herkent de littorale grotten aan den voet der oude kliffen, de kalklagen door littorale organismen opgebouwd, en de zandsteen van de neritische zone. Dergelijke profielen bestaan ten Zuid-Oosten van Palermo, te San Ciro en aan het Capo Grosso, van waar uit men een panoramatische kijk heeft op deze oude stranden. Overal wordt de huidige, platte kust door een steile wand van ongeveer 70 M. hoogte gescheiden van een tweede platform, die zachtjes tegen de hooge bergen gaat aanleunen, tot op 130 M. hoogte.

Bij Altavilla, ten E. van Palermo vindt men, als men van het plateau, de « Piano Olivi », zeewaarts gaat (fig. 7) continentale alluvia, waarin groote rotsblokken, uit de bergen (Monte San Calagero, 1325 m.) hierheen gevoerd, aangetroffen worden. Deze alluvia worden minder grof en dikker; van af 70-80 M. hoogte vindt men keien, door lithophage organismen aangeboord, en schelpresten : dit is de oude Siciliaansche littorale gordel. Te Altavilla gekomen dalen we snel af. Op 50 M. hoogte rusten Siciliaansche zandsteenbanken (6) in discordantie op Pliocene (4).

Meer naar het midden van het bekken toe vindt men natuurlijk afzettingen van een diepere zee : deze zijn kleien of mergels daar waar terrigene aanbrengsten (Ficarazzi) kwamen, en zoogene kalksteen in de andere gevallen. (Monte Pellegrino).

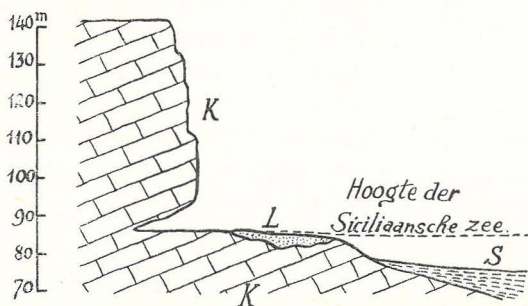


Fig. 6. — Oud Siciliaans strand te Cozzo S. Rosalia, bij Palermo (naar M. Gignoux, 1913).

- K. Secondaire kalksteen met littorale grotten.
 L. Littorale kalkachtige korst, met *Patella*, *Balanus*, enz. Siciliaan.
 S. Kalkachtig zandsteen, uiteinde der Kwartaire vlakte van Palermo. Id.

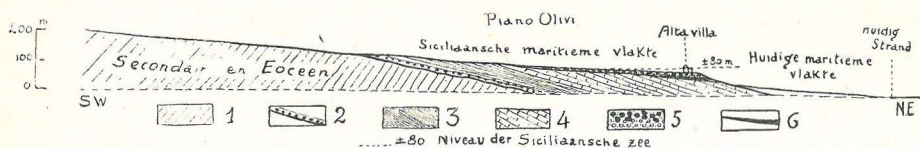


Fig. 7. — Profiel door de oude Siciliaansche kustplatform, te Altavilla. Schaal : 1/24.000 (naar M. Gignoux, 1913).

1. Substraat : Secondair en Eoceen.
 2. Basisconglomeraat met blokken Secondair kalksteen. Pliocéen.
 3. Zanden met Astiaansche fauna. Id.
 4. Kalkachtig zandsteen met Amphistegines. Id.
 5. Caillouttering en conglomeraten der marieteme vlakte. Siciliaan.
 6. Zand en zandsteen met mariene schelpen. Id.

Het Monte Pellegrino (600 M.) vormde een eiland midden de Siciliaansche zee : terrigene bestanddeelen waren hier weinig talrijk (geen stroomen op dit klein eilandje !). Doch Bryozoën, Lamellibranchiaten en eenige Brachiopoden hoopten hier hun kalkachtig skelet op. De aldus ontstane *tufi calcarei* zijn derhalve zeer fossielrijk. De fauna is deze van een ongeveer 60 M. diepe zee (*Pectens*), en daar de topographische hoogte der afzetting zoowat 25 M. bedraagt, geeft dit, voor het basisniveau van het Siciliaan, een hoogte van 80-90 M. : deze *tufi calcarei* zijn synchroon met de hooger beschreven terrassen.

Dat het Siciliaan, waarvan we eenige typen beschreven hebben, onafhankelijk is van het Pliocéen (en *a fortiori* van oudere lagen) blijkt uit de gegeven profielen : ofwel rust het direkt op Secondeaire kalksteen (fig. 6) ofwel is het transgressief en discordant op het Pliocéen (fig. 7), dat er door geravineerd wordt. In het centrum van het bekken van Palermo zelf weet men, door boringen, dat het rechtstreeks op oudere gesteenten rust.

De fauna der beschreven lagen, die men als type genomen heeft voor het étage Siciliaan, is veel jonger dan die van het Calabriaan : de typische soorten worden alleen in diepe facies gevonden : vele Jong-Pliocéene species zijn verdwenen ; weinig nieuwe soorten komen bij, waaronder weinige mutaties en eenige, doch *zeer veel voorkomende* Noordelijke gasten, n.l. *Cyprina islandica*, die hierdoor kenmerkend worden.

In het Siciliaan kent men ook het bestaan van een Olifant, *Elephas antiquus*, die aan de kust gesukkeld is, of er aangebracht werd door rivieren. Zulke vondsten zijn natuurlijk van groot belang omdat zij ons parallelisatie toelaten met continentale afzettingen.

Benevens de lagen met koude fauna vindt men bij Palermo lagen met een warme fauna, gekenmerkt door de soort *Strombus bubonius*. Deze lagen komen overeen met een veel lageren basisniveau en zijn veel jonger dan het Siciliaan. (Zie verder).

Schiereiland van Milazzo.

Dit klein schiereiland, dat rechtover de Liparische eilanden gelegen is, bestaat uit archaische gesteenten, door een isthma van Kwartair en Pliocéen aan Sicilië verbonden. Het Kwartair rust er onverschillig op Archeaansch of op Oud-Pliocéen en is dus gansch onafhankelijk van dit. Het facies is zeer littoraal, hetgeen een speciale facies-fauna medebrengt, moeilijk met de typische diepzee fauna van het Siciliaan te vergelijken. Ten Zuiden van den vuurtoren heeft men het volgende profiel (fig. 8) :



Fig. 8. — Profiel langs de kust van Capo di Milazzo tot de Baja S. Antonio.
Naar M. Gignoux, 1913.

- | | |
|---|-----------|
| Kb. Afzettingen van onderzeesche grotten en van klippen-kusten. | Kwartair. |
| K. Fossilhoudend zand en grint. | id. |
| P. Gele mergels met Foraminiferen en Brachiopoden. | Pliocéen. |

Het Kwartair bestaat uit fossilhoudend zand en grint. Op een hoogte van 55 M. vindt men oude onderzeesche grotten, in het Archeaansch gegraven, met zand en grint gevuld en rijk aan mariene schelpen. Daar boven komt, op

een hoogte van ongeveer 60 M., een zeer hard conglomeraat dat uitgebreide plateau's vormt; dit conglomeraat werd afgezet beneden den zeespiegel. Eenige heuvels van 83 tot 117 M. hoogte, die boven dit plateau uitsteken waren echter boven water : op hun hellingen vindt men rotsblokken die gaten van lithophage mollusken dragen, tot op een hoogte van 65 M. ongeveer. Het maximum-basisniveau der zee waaraan deze opvullingsoppervlakte haar bestaan dankt, bedroeg dus zoowat 70 M. boven het huidig nulpunt.

Men heeft deze lagen van Milazzo als type genomen voor het étage Milazziaan.

Het Kwartair der omstreken van Tarente.

Tarente ligt aan de grens tusschen twee gebieden : ten Westen de Apennijnen; ten Oosten de kalkachtige hoogvlakten van Apulië. (Men zie het kaartje, fig. 9). In het eerste dezer gebieden hebben de stroomen een sterk erodeerende werking en zij brengen dus veel materiaal naar de zee : zand-, grint- en conglomeratafzettingen zijn overwegend; in het laatste is de hydrographie vooral onderaardsch (karsthydrographie) en zal mechanische erosie van het stroomend water van weinig belang zijn : zoogene afzettingen, kleien en mergels zullen hier de overhand hebben. Deze toestanden bestonden natuurlijk ook tijdens het Kwartair. Van daar de verschillende facies van dit laatste in de streek van Tarente.

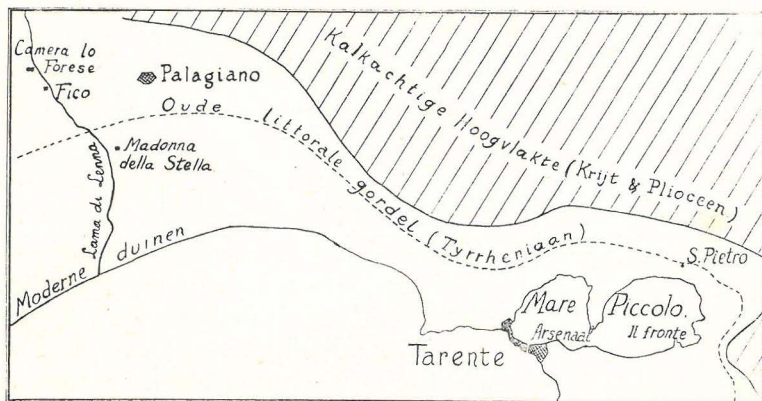


Fig. 9. — Kaartje der omstreken van Tarente, waarop de oude littorale gordel der Tyrrheniaansche zee werd aangeduid. Naar M. Gignoux, 1926.
Schaal : 1/320.000.

Profiel van het W. van Palagiano naar de Ionische Zee. (Fig. 10).

Als men de vallei van de Lama di Lenna stroomafwaarts volgt ontmoet men drie opeenvolgende terrassen : a) een terras van 70-80 M., waarin een te schaarsche fauna wijst op een Siciliaanschen ouderdom (*houde fauna*); b) een terras van 35 M. (Tyrrheniaan); c) een terras van 15-30 M. (Monastiriaan).

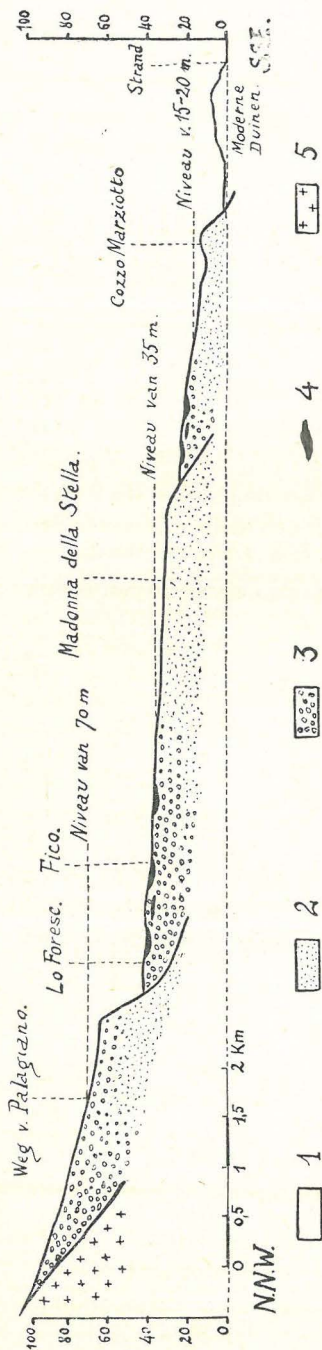


Fig. 10.

De hoogte van het maximum basisniveau dezer twee laatste wordt bepaald door de basis der continentale afzettingen die deze cyclussen besluiten : men vindt inderdaad brak- of zoetwater mergels boven de conglomeraten der mariene terrassen. Bij elke sedimentaire cyclus greep hier volledige opvulling der golf plaats — althans in de nabijheid der kusten. Ook thans is de sedimentatie hier aanzienlijk : aan den benedenloop der Lama di Lenna bestaat een Moderne maritieme vlakte waar, achter een reeks Moderne duinen, men lagunaire mergels met *Cardium edule* vindt.

Ten Oosten van Tarente had, integendeel, bij elke cyclus *geen* volledige opvulling der zeegolf plaats. Ook thans bestaat ten E. van Tarente een ingesloten, kleine zee, de *Mare Piccolo*, waar afzetting zeer gering is.

Na elke maximum ontstaat dus *geen* terras; veeleer gebeurt het dat tusschen twee opeenvolgende maxima de afgezette lagen zelfs *dan* niet boven zee uitsteken : er bestaat trapsgewijze overgang van een étage naar het andere. Bij het minimum der zeehoogte heeft geen erosie plaats, doch het facies wordt bij deze overgangslagen alleen wat zandiger. Dit is wat men kan waarnemen aan de klifkust ten Zuiden van de Mare Piccolo, aan *Il Fronte*.

Profiel aan Il Fronte. (Fig. 11).

Tusschen de blauwe, soms een weinig zandige « klei van Tarente » en de rifkalksteen waar *Strombus bubonius* voorkomt, bestaat een zandige dunne laag (a), die bewuste overgangslaag daartelt. De klei van Tarente is waarschijnlijk van Siciliaanschen ouderdom : zij is een diepere-zee-facies van de terras van 80 M. Men vindt er

Fig. 10. — Profiel van Palagianello naar de zee.
Naar M. Gignoux, 1913.

1. Moderne afzettingen : duinen en lagunaire mergels met *Cardium edule*.
2. Fijn zand en zandsteen.
3. Grove conglomeraten.
4. Zoetwater of brakwatermergels
5. Kalkachtig zandsteen van het Oud-Pliocene.

Kwartaire afzettingen (terrassen van 15, 35 en 70-80 m.)

weinig fossielen : te Il fronte kent men o.m. in de overgangslaag (a) *Corbula gibba*, een Siciliaansche soort, en aan de hoeve van S. Pietro, *Chlamys septemradiatus*.

De bovenste deelen der *Strombus*-lagen vertoonen al de kermerken van een kalkachtigen bodem die lang bloot gestaan heeft aan de atmosferische invloeden in een warm klimaat : zij vormen een verharde, gerubefieerde kalklaag (b). Deze lagen kwamen dus, na hun afzetting, wèl boven water, en werden geravineerd door erosie. Naderhand werden zij tijdens een derde cyclus bedekt door de zee, die er gele en blauwachtige mergels met *Cardium edule* afzette. Deze mergels zijn voor een deel brakwaterafzettingen, doch wijzen in elk geval op een verhooging van het basisniveau. Zij vormen tusschen de Mare Piccolo en de Ionische Zee een uitgebreid terras op een hoogte van 15 tot 18 M. en werden afgezet tijdens een maximum van 15-20 M.

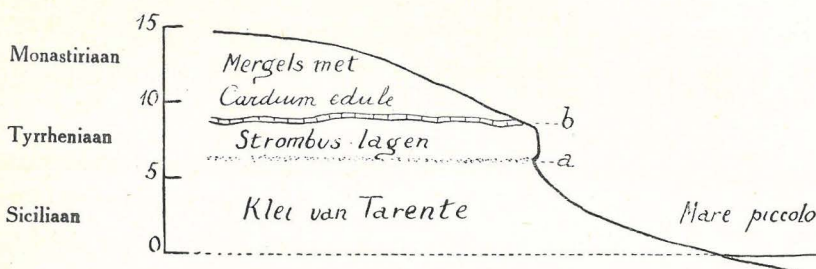


Fig. 11. — Profiel aan Il fronte, S. strand der Mare Piccolo. (verklaring in den tekst) naar M. Gignoux, 1913.

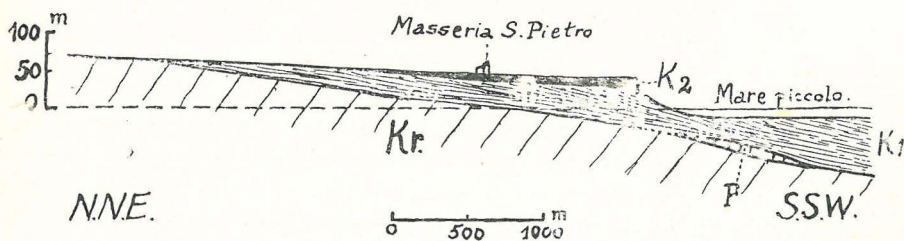


Fig. 12. — Profiel te S. Pietro. Naar M. Gignoux, 1913.

K₂. Littorale afzettingen met *Strombus bubonius*.

K₁. Klei van Tarente (Siciliaan ?).

P. Kalkachtig zandsteen, Oud-Plioceen.

Kr. Kalksteen van het Krijt.

Profiel aan de Masseria S. Pietro (Fig. 12).

Voorgaand profiel kan naar het Noorden voortgezet worden dank zij de ontsluitingen in een ravijn aan de hoeve (Masseria) van S. Pietro. Transgressief op het Krijt rust de Klei van Tarente; zij wordt zelf bedekt door het discordant

littoraal facies der *Strombus*-lagen; deze bestaan hier uit zandsteen. Bij gebrek aan terrigene aanbrengsten heeft men geen conglomeraten zooals dit gewoonlijk het geval is, doch slechts zand dat door zeestroomingen tot hier kon geraken.

Het type van het Tyrrheniaan werd genomen aan de kusten der Tyrrheensche Zee (Toskane, Latium, Campanië).⁽¹⁾ Het is echter in de omstreken van Tarente dat de studie er van het meest belangwekkend is, dank zij de verschillende facies die er voorkomen.

Het Kwartair van Noord-Afrika.

DE LAMOTHE heeft, tusschen Oran en Tunis een heele reeks littorale terrassen herkend. Deze rusten discordant op oudere lagen, Oud-Pliocéen inbegrepen. Deze terrassen worden gekenmerkt door hun hoogte. Men heeft volgende opeenvolging :

Boven-Pliocéen of Oud-Kwartair ?	{	Terras van 325 M.	Bevat geen fossielen.
		» 265 M.	Id.
		» 204 M.	Id.
		» 148 M.	Bevat <i>Pecten maximus</i> , onbekend in het Oud-Pliocéen.
Siciliaan	»	103 M.	Bevat de Siciliaansche fauna van Palermo.
Milazziaan	»	60 M.	Bevat een gemengde fauna.
Tyrrheniaan	»	31 M.	Bevat <i>Strombus bubonius</i> en andere subtropische soorten.
Monastiriaan	»	18 M.	

Dit laatste (jongste) terras is zeer rijk aan fossielen aan het schiereiland van Monastir, in Tunis — waaraan het étage zijn naam dankt.

DE LAMOTHE was in de meeste gevallen genoodzaakt een ouderdom aan deze verschillende terrassen toe te kennen, zich alleen op hun hoogte beroepend. Wij wenschen de aandacht te vestigen op volgende opmerking, hieromtrent door Prof. Gignoux uitgedrukt :

« Il ne faut pas se dissimuler qu'un synchronisme basé ainsi sur un seul » caractère n'a guère que la valeur d'une définition ou d'un postulat, puisque » nous n'avons pas de deuxième caractère nous permettant de contrôler les » assertions basées sur le premier. »⁽²⁾

Men kent inderdaad anomalien bij de « karakteristieke » hoogte der terrassen van het Tyrrheniaan : te Ravagnese, bij Reggio, in Zuid-Calabrië, vindt men een Tyrrheniaansche fossielhoudende terras (*Strombus-laag*) op 100 M. hoogte : bij gebrek aan fossielen zou men deze littorale gordel ongetwijfeld tot het Siciliaan gerekend hebben ! Deze afwijking aan den algemeenen regel wordt hier zeer gemakkelijk verklaard door de groote instabiliteit van de

(1) Benevens *Strombus bubonius* kunnen nog als karakteristieke sub-tropische soorten vermeld worden, in het Tyrrheniaan der Middellandsche Zee : *Tritonium ficoides*, *Natica lactea*, *Tritonidea viverrata*, *Conus testudinarius* en *Arca Geissei*.

(2) M. Gignoux, 1913, blz. 329.

lithospheer op die plaats : Reggio ligt juist op de peripherische instortingslijn der Lipari-eilanden(1).

Het Flandriaan.

Wij zagen in het Eerste Deel van dit artikel hoe de zooëven beschreven mariene afzettingen te raccordeeren zijn met fluviatiele terrassen van gelijken ouderdom : rivierterrassen worden gekenmerkt door hun maximale hoogte boven de huidige vallei. Dit blijkt het geval te zijn voor de stroomgebieden van Middellandsche Zee en Atlantischen Oceaan. Bij de rivieren uit Noord-Frankrijk en België is de hoogte dezer terrassen boven de huidige vallei steeds kleiner dan de « theoretische » waarde, gegeven door de maritieme terrassen der Middellandsche Zee. Dit wordt verklaard door een post-monastiriaansche positieve beweging, die in onze streken plaats greep, en onze valleien voor een deel opvulde. Deze transgressie — overeenstemmend met een opvullingsoppervlakte dat niets anders is dan de huidige alluviale vlakte — werd door G. DUBOIS de « Flandriaansche transgressie » genoemd. Aan haar danken wij grootendeels de vorming van onze zee vlakte en de opvulling van den bodem onze valleien. Over dit étage vindt men gemakkelijk documentatie in de klassieke geologische handboeken, in gebruik hier te lande(2). Belangstellenden vinden een résumé over devorming onze Vlaamsche zeevlakte in een voordracht door ons in het vorig jaar gehouden(3).

Pleistoecen en Holoceen.

De Flandriaansche transgressie gaat niet regelmatig door : bij poozen blijft het niveau der zee ten opzichte van het land constant. Dit gaat gepaard met de vorming van turflaggen, zoowel aan de kust als in de valleien.

Voorwerpen in « gepolijsten steen » (Neolithicum), door den voorhistorischen mensch vervaardigd, treft men in onze rivierafzettingen voor het eerst aan in deze jonge turf. Met de *turf* der valleien en der maritieme vlakte begint een nieuw geologisch tijdvak, het « Modern » of « Holoceen ». Dit laatste is echter beter te beschouwen als een onderdeel van het Kwartair. Om nu het deel van dit uitgebreid Kwartair, dat ouder is dan de turf, te onderscheiden, gebruikt men de benaming « Pleistoecen ». De stratigraphische indeelingen van het Kwartair in breedten zin worden aldus ten slotte (de oudste bovenaan) :

Kwartair <i>lato sensu</i>	{	Kwartair <i>stricto sensu</i>	{	Siciliaan,
		= Pleistoecen		Milazziaan,
		= Diluvium		Tyrrheniaan,
				Monastiriaan,
				Flandriaan (pro parte)
				Turf
		Holoceen		
		= Alluvium		{ Flandriaan (pro parte).

(1) Zie in Ed. Suess (bewerking van Emm. de Margerie), « La face de la Terre », I, Parijs, 1897, blz. 107 en volgende, en fig. 11.

(2) Men zie b.v. het boek van J. CORNET, 1927.

(3) A. L. HACQUAERT. — De geologische geschiedenis van onze kust. *Botanisch Jaarboek van Dodonaea*, 22^e Jaargang, 1931 (in druk).

BIBLIOGRAPHIE.

NOTA. — De hier opgegeven literatuur heeft veelal een historische waarde. Bij het doorbladeren er van zal men een denkbeeld krijgen van de moeilijkheden die de studie van het Kwartair biedt : dank zij de vorderingen van zijn waarnemingen moet een schrijver zijn standpunt soms gansch veranderen in den loop van een vijf-, zestal jaren. Dit is veelal het geval bij de pogingen aangewend om glaciaire verschijnselen te synchroniseeren.

Onderstaande lijst is voorzeker niet volledig : men mag gerust aannemen dat ruim een tiende van de uitgegeven geologische werken betrekking hebben op het Kwartair. Hier worden alleen eenige der werken vermeld die door ons werden geraadpleegd.

- CHAPUT, J. E. — 1924 — L'origine des terrasses de la Garonne. — *Bull. Soc. géol. de France*, IV^e série, t. 24, 1924, pp. 449-461.
- — Recherches sur les terrasses alluviales de la Seine, entre la Manche et Montereau. — *Bull. Serv. Carte géol. France*, n^o 153, 1924.
- DE LAMOTHE, L. — 1901 — Étude comparée des systèmes de terrasses de l'Isser, de la Moselle, du Rhin et du Rhône. — *Bull. Soc. géol. France*, IV^e série, t. 1, 1901, pp. 297-383. (Men leze ook de discussie die na het voordragen van deze nota plaats greep in den schoot der Société géologique de France).
- 1905 — Les dépôts pleistocènes à *Strombus bubonius* Lmk. de la presqu'île de Monastir (Tunisie). — *Bull. Soc. géol. France*, IV^e série, t. V. 1905, p. 537.
- 1918 — Les anciennes nappes alluviales et les lignes de rivage du bassin de la Somme et leurs rapports avec celles de la Méditerranée occidentale. — *Bull. Soc. géol. France*, IV^e série, t. XVIII, 1918, pp. 3-58.
- 1921 — Les anciennes nappes alluviales de la Vallée du Rhône en aval de Lyon. — *Bull. Soc. géol. France*, IV^e sér., t. 21, 1921, pp. 97-115.
- DEPÉRET, Ch. — 1913. — L'histoire fluviale et glaciaire de la vallée du Rhône aux environs de Lyon. — *C. R. Ac. Sc. Paris*, t. 157, 1913, p. 532 et p. 564.
- 1918 tot 1922. — Essai de coordination chronologique générale des temps quaternaires. *C. R. Ac. Sc. Paris*, t. 166, 1918, p. 480, 636, 884; t. 167, 1918, p. 418, 979; t. 168, 1919, p. 868; t. 170, 1920, p. 159; t. 171, 1920, p. 212; t. 174, 1922, p. 1502, 1594.
- 1923 — Een résumé van vorige nota's vindt men in : *Revue générale des Sciences*, Parijs, 15 Maart 1923, en in :
- 1926 — Essai de classification générale des temps quaternaires. *Congrès géolog. internat., XIII^e session, Belgique*, 1922., C.R., pp. 1409-1426 (1926). Zie ook de discussie die op deze mededeeling volgde.
- DUBOIS, G. — 1924 — Recherches sur les terrains quaternaires du Nord de la France. *Mém. Soc. Géol. du Nord*, t. VIII, 1, 1924, 355 pp., Pl. I-IV en A, B.
- GIGNOUX, M. — 1913 — Les formations marines pliocènes et quaternaires de l'Italie du Sud et de la Sicile. *Annales de l'Université de Lyon*, I, 36, 1913.
- 1926 — Les rivages et les faunes des mers pliocènes et quaternaires dans la Méditerranée Occidentale. *Congrès géol. intern. XIII^e session, Belgique*, 1922, C. R., pp. 1447-1491, Pl. LIV (1926).
- KILIAN, W. — 1926 — Les terrasses fluvio-glaciaires des vallées de la Durance et du Buech dans les départements des Hautes et Basses Alpes. *Congrès géol. intern., XIII^e session, Belgique*, 1922, C. R., pp. 1493-1496 (1926).
- MURCHISON, R. I. — 1851 — On the distribution of the Flint Drift of the South-East of England... *Quart. Journ. Geol. Soc. London*, VII, 1851, pp. 349-398.

- RUTOT, A. — 1926 — Esquisse stratigraphique, paléontologique et préhistorique des couches quaternaires de la Belgique. *Congrès géolog. intern., XIII^e session, Belgique*, 1922. C. R., pp. 1503-1516 (1926).
- VAN BAREN, J. — 1922 — On the correlation between the fluvial deposits of the Lower-Rhine and the Lower-Meuse in the Netherlands and the glacial phenomena in the Alps and Scandinavia. *Mededeelingen van de Landbouwhoogeschool te Wageningen*, 23, 1, 1922, pp. 1-30, III fig. en Pl. I-XVIII.
- 1926 — *Hoofdstuk « De Bodem » in « Gelderland »*, Amhem 1926.

Men kan ook met voordeel kennis nemen van de hoofdstukken over het Kwartair uit navermelde, doorgaans gemakkelijk te verkrijgen boeken :

- CORNET, J. — *Leçons de géologie*, Brussel (Lamertin) 1927.
- FABER, F. J. — *Geologie van Nederland*, Amsterdam (Wereldbibliotheek), 1926.
- GIGNOUX, M. — *Géologie stratigraphique*, Parijs (Masson & C^{ie}), 1926.
- HAUG, EMILE. — *Traité de géologie*, II, Les périodes géologiques, Parijs (A. Colin), 1920.
- KAYSER, EM. — *Lehrbuch der geologischen Formationskunde*, II, Stuttgart (F. Enke), 1924.
- VAN BAREN, J. — *De bodem van Nederland*, II, het Kwartair, Amsterdam (S. L. van Looy) 1920-1927.

VERKLARING DER PLAAT I.

1. CYPRINA ISLANDICA L = ARCTICA ISLANDICA (L). — (Schaal : 2/3). uit het Scaldisiaan (Pliocene) van Antwerpen. — *Verzameling van het Laboratorium voor Aardkunde der Universiteit, Gent*. — Photo A. L. Hacquaert.
2. STROMBUS BUBONIUS Lmk. — (Schaal : 1/2). — Uit de Strombus-lagen te Tarente. — *Verzameling van het Geolog. Labor. te Grenoble*. — Photo M. Gignoux, 1913.
3. STROMBUS BUBONIUS Lmk. — (Schaal : 1/2). — Uit de Strombus-lagen te Monastir (Tunis). — *Verzamel. v. het Geolog. Labor. te Grenoble*. — Photo M. Gignoux, 1913.

*Gent, Laboratorium voor Aardkunde
der Universiteit.*



1.



2.



3.